

# ENGRAIS

## SOMMAIRE

### DONNEES FONDAMENTALES 1

- A. RAPPELS THEORIQUES
- B. APPLICATION AU GERANIUM

### PRATIQUES DES AGRICULTEURS 7

### CONSEILS TECHNIQUES 8

- A. NATURE DES ENGRAIS A APPORTER
- B. QUANTITES D'ENGRAIS
- C. METHODE D'APPORT
- D. DATES D'APPORT

### RESULTATS EXPERIMENTAUX 9

### INCIDENCE DE L'INNOVATION 10

- A. INTERET TECHNIQUE
- B. INTERET ECONOMIQUE
- C. INCIDENCE SUR L'ITINERAIRE TECHNIQUE

### DIFFUSION DE L'INNOVATION 10

### PERSPECTIVES EN RECHERCHE-DEVELOPPEMENT 11

### REFERENCES 12

## **DONNEES FONDAMENTALES**

---

### **A. RAPPELS THEORIQUES**

#### **1. Définitions**

- Engrais : Substance organique ou minérale d'origine naturelle ou synthétique appliquée au sol pour suppléer l'une ou l'autre carence constatée en un ou plusieurs éléments.
- Engrais vert : culture en dérobée restituée au sol pour fournir de la matière organique fraîche.

#### **2. Fumure minérale et matière organique (M.O.)**

L'humus a une action liée à celle des engrais minéraux dans la nutrition de la plante. Il accroît l'absorption des principes fertilisants par les plantes.

La fumure minérale, par accroissement des rendements et donc des déchets de récolte est le moyen le plus efficace pour fournir au sol des matières organiques fraîches : déchets, racines capables de s'humifier et de maintenir ou de renforcer le stock en M.O. du sol.

La fumure minérale accroît la fertilité globale du sol, à condition qu'elle soit équilibrée en différents éléments et qu'elle ne soit pas acidifiante.

Pour une fumure minérale élevée, les chaulages d'entretien doivent être de plus en plus fréquents.

On distingue 2 séries d'éléments :

- les éléments majeurs principaux avec l'Azote (N), le Phosphore (P-P<sub>2</sub> O<sub>5</sub>) et le Potassium (K-K<sub>2</sub>O),
- les éléments majeurs secondaires avec le Calcium, le Magnésium, le Soufre et le Silice

### 3. Azote : N

Son rôle dans la croissance est multiple : chlorophylle, multiplication cellulaire...

Il est plus concentré dans les tissus jeunes.

La faim d'azote s'extériorise par un jaunissement des feuilles (à orange). Au contraire, une plante riche en azote est vert foncé et a un développement foliaire exubérant.

N est donc le facteur déterminant les gros rendements.

Les sources d'azote sont multiples :

#### Δ Minéralisation de la matière organique du sol :

La matière organique bien qu'importante dans les andosols (ex. : 3 % x 2500 t/ha = 7,5 t/ha d'azote) se minéralise peu : environ 0,5 % du stock par an (FRITZ, 1973). Cette minéralisation commence en Septembre et elle est surtout importante en saison chaude et humide. Les pluies de Janvier à Mars entraînent un fort lessivage et on observe généralement un minimum d'N minéral en Mars. Le lessivage n'est important qu'avec des pluies dépassant 100 mm.

La forme ammoniacale de l'azote est toujours en très faible quantité par rapport aux nitrates. En année moyenne, sur un sol assez riche, cette minéralisation semble pouvoir fournir entre 50 et 100 (au max.) unités d'azote aux cultures en place (notons que dans les Bas, cette quantité atteint 100 à 200 U).

#### Δ Apports organiques

Fumiers, composts, déchets divers libèrent leur azote lentement (nourriture de flore bactérienne du sol). Ce sont des activateurs de la vie biologique avant d'être des fournisseurs d'azote à la plante.

#### Δ Apports d'engrais azotés minéraux (Ammoniacaux, Nitriques, Ammoniac-nitriques (ammonitrates))

Les engrais nitriques ont une action immédiate. Mis en couverture, ils stimulent la végétation. Très solubles, on doit les utiliser en saison sèche et au fur et à mesure des besoins. Ils sont facilement lessivés et peu stockés par la M.O. du sol.

L'urée est très concentrée, très soluble mais doit être nitrifiée avant son utilisation, comme les engrais ammoniacaux.

Les engrais ammoniacaux se caractérisent par une action prolongée. Ils sont fortement recombinaisonnés par la matière organique du sol (environ 50 %) mais une partie reste sous une forme facilement minéralisable et peut être utilisée soit par la culture en place, soit par la culture suivante.

L'ammonitrate pur (34,5 %) est très hygroscopique et est souvent présenté sous forme de granulés enrobés de chaux ou d'argile au dosage de 20 - 22 - 27 - 34 %. Ces engrais se libèrent plus ou moins lentement dans le sol suivant la qualité de l'enrobage et se dissocient en nitrate et ammoniac. Ils ont donc une action immédiate associée à une action plus prolongée.

L'apport d'engrais azoté provoque toujours une stimulation de la minéralisation de l'azote du sol : l'azote en excès tend à disparaître progressivement au cours des mois qui suivent, même en l'absence de pluies, par une nouvelle réorganisation en stock organique.

#### Δ Utilisation des engrais azotés

- Fournir aux plantes l'alimentation dont elles ont besoin (au mieux 50 % des quantités apportées).
- Stimuler la croissance à des époques déterminées lorsque la plante a souffert d'intempéries ou de stress (après des lessivages dus aux cyclones).

L'azote par son action quasi immédiate permet de "conduire" la végétation par des applications en couverture à certaines périodes critiques. Les quantités doivent être raisonnées pour assurer à la plante une nutrition équilibrée.

#### 4. Phosphore : P - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

Son rôle est très diversifié car il intervient dans toutes les réactions biochimiques des tissus. Il favorise dans une large mesure le développement du système racinaire : rapidité de croissance, précocité, résistance.

La déficience entraîne un nanisme des plantes. Elle s'extériorise par des symptômes sur feuille qui sont en général les suivants :

- feuilles étroites, dressées et vert foncé,
- mort prématurée des feuilles avec dessèchement des bords.

Le phosphore dans le sol pose un problème, car il est fortement fixé par le fer et l'alumine, d'autant plus que le sol est acide. De ce fait, il migre peu et on ne craint pas les déperditions dans les eaux de drainage.

L'apport de calcium, de matière organique permet sa fixation sous des formes plus assimilables par les plantes. Par contre, les champignons (mycorrhizes) sont capables d'extraire des formes peu ou pas assimilables par les racines.

Les engrais phosphatés sont issus du traitement des phosphates de chaux naturels par des acides. Les phosphates naturels tricalciques peuvent être utilisés directement dans les sols acides, à condition d'être finement moulus. Ces phosphates sont conseillés dans les sols acides et humifères et conviennent bien aux légumineuses ou aux plantes vivaces (prairies, arbres,...). Ils sont intéressants pour les fumures de correction.

A l'inverse, le superphosphate peut s'utiliser dans tous les sols. Il apporte du soufre et du calcium mais il est peu concentré (18 à 20 % de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).

Le supertriple (45 à 48 % de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) est intéressant par sa forte concentration et son coût de revient moins élevé à l'unité fertilisante.

Les scories (15 à 22 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) contiennent 40 % de chaux active plus du magnésium et d'autres oligoéléments. Elles sont donc intéressantes mais chères à l'utilisation.

Le phosphate d'ammoniaque est un excellent engrais binaire N P à action rapide. Il est relativement cher.

#### Δ Emploi et choix des engrais phosphatés

Il faut généralement enfouir les engrais phosphatés pour les placer dans la zone racinaire. Il est bon d'appliquer une dose supérieure aux besoins stricts de la plante à cultiver pour tenir compte des fixations par le sol et d'une efficacité d'utilisation assez faible.

Des fumures de correction sont conseillées dans des sols à fort pouvoir fixateur où une carence très nette est possible ou détectable. La remise à niveau d'un taux normal de phosphore dans le sol permet d'utiliser une fumure d'entretien minimum par la suite.

On peut aussi prévoir :

- d'apporter des fumures mixtes : entretien renforcé (besoins multipliés par 2 ou 3),
- de localiser la fumure le plus possible au niveau des systèmes racinaires actifs.
- d'apporter des formes de Phosphore peu solubles (P tricalcique naturel) à action retardée associées à des engrais plus solubles : N P K.

## 5. Le potassium : K et K<sub>2</sub>O

Son rôle est très important à différents niveaux :

- il régule la respiration et le bilan hydrique interne,
- il contribue à la formation et au transport des hydrates de carbone,
- il participe à la formation de protides, de sucres et d'autres produits.

Sa carence s'extériorise par des jaunissements sur feuille et des chutes prématurées : dessèchement caractéristique des bords de feuilles. Egalement des feuilles rabougries et rougeâtres.

Dans le sol, la potasse est fournie par le complexe échangeable. Il y a des interactions avec d'autres cations de ce complexe et un équilibre entre ces ions est nécessaire pour une bonne nutrition.

Les engrais potassiques proviennent du traitement de la sylvinite.

Le chlorure (60 % K<sub>2</sub>O) convient à tous les sols et aux cultures non sensibles au chlore.

Le sulfate (50 % K<sub>2</sub>O) est recommandé pour les cultures maraîchères, le tabac, le haricot,...

Ces sels sont très solubles mais migrent peu dans le sol car ils sont fixés par le complexe. Il est donc conseillé de les enfouir et de les placer dans la zone racinaire des plantes à croissance rapide.

Pour les plantes pérennes, des apports de surface sont efficaces.

## 6. Eléments majeurs secondaires : Calcium - Magnésium - Soufre - Silice

Les carences sont possibles dans certains sols : désaturés et pauvres en Mg, pauvres en M.O., ou mauvaise minéralisation, carence en soufre.

Ces carences sont détectables par des symptômes caractéristiques mais doivent être confirmées par des analyses :

- pour la magnésie : chlorose marbrée, nécroses internervaires, bandes chlorotiques internervaires (nette sur le maïs), rougissement internervaire de certaines variétés à anthocyanes ou de certaines plantes.
- pour le soufre, les symptômes de déficience sont souvent ceux de l'azote : jaunissement des feuilles.

Les engrais adaptés sont :

- les dolomies ou chaux magnésienne pour Mg (éventuellement le sulfate de magnésium),
- les sulfates pour le soufre en engrais d'entretien : sulfate NH<sub>4</sub>, sulfate de K<sub>2</sub>O

## 7. Eléments mineurs ou oligoéléments

Exemples : Fer - Manganèse - Cuivre - Zinc - Bore - Fluor - Molybdène - Iode - Arsenic - etc...

Pour les plantes, il peut y avoir déficience en un ou plusieurs de ces éléments. Ceci peut se traduire par des symptômes visuels mais doit être vérifié par analyse.

Dans la plupart des cas les applications au sol ne sont pas assez rapidement efficaces et on a recours à des pulvérisations foliaires (sulfate de zinc, de cuivre, molybdate d' $\text{NH}_4$  - borate de soude - etc..).

Si on a tendance à avoir des excès de fer et de manganèse, on peut trouver à la Réunion des carences pour les autres éléments.

## 8. Présentation des engrais composés (N P K)

Ce sont des engrais contenant au moins deux des principes fertilisants apportés par des corps différents. On distingue :

- les engrais composés de mélange,
- les engrais composés dits "complexes".

L'intérêt est d'épandre en une seule fois plusieurs éléments : économie de transport - de manutention. Les complexes granulés (ex. : 15-7-24 ou 10-20-20) sont généralement enrobés d'argile et de chaux. Ils sont plus faciles à stocker, à épandre et fondent moins vite dans le sol. Ils brûlent moins au contact des boutures et des parties végétatives fragiles.

### Δ Conditions d'apport

L'efficacité des engrais est liée aux autres opérations culturales : préparation de sols - contrôle des mauvaises herbes - irrigations et pluies.

### Δ Quantité et qualité

Ajoutés aux réserves du sol, les engrais doivent permettre une production optimale en fonction du milieu.

### Δ L'analyse du sol

L'analyse du sol permet d'évaluer les réserves du sol et son évolution sous un système donné.

L'intensification du système de culture permet de déterminer les doses permettant le remplacement des éléments enlevés par les récoltes.



Le principe de base de la fertilisation est la conservation de la fertilité,  
mais

- quand un sol est pauvre, on augmente les doses ou on corrige les défauts en une ou plusieurs fois,
- quand un sol est riche en un élément, on peut en faire l'économie dans la fumure. Il faut adapter le plan de fumure ou niveau d'intensification du système.

**B. APPLICATION AU GERANIUM**

**1. Teneurs de la matière sèche du géranium (plante entière) en éléments minéraux**

N	de 0,6 à 2,5
P	de 0,10 à 0,20
K	de 0,6 à 2,7
Ca	de 2 à 2,5
Mg	de 0,2 à 0,25
Na	de 0,1 à 0,2
S	0,15

en %

(Source IRAT)

**Δ Exportations**

Pour de forts rendements (environ 7 t/ha de matière sèche correspondant à 75 kg/ha d'essence), on a estimé les exportations annuelles à :

N	=	100	kg/ha
P2O5	=	32	*
K2O	=	165	*
CaO	=	250	*
MgO	=	28	*
Na	=	15	*
S	=	10	*

Les teneurs en N et K croissent avec les apports d'azote. Elles sont plus influencées par les doses apportées que par les dates de coupe

#### Δ Réponse à l'azote

Les doses croissantes d'azote augmentent la production de matière verte, de matière sèche, d'essence par unité de surface mais elles diminuent légèrement la richesse en essence par rapport à la matière verte. On a observé des réponses linéaires jusqu'à 150 N (sur 4 récoltes) à Colimaçons (1971) et jusqu'à 225 N en Inde (sur 3 récoltes). Si la teneur en essence est légèrement affectée, la qualité ne l'est pas.

#### Δ Réponse à la potasse

La baisse de production apparaît avec les symptômes de carence. La teneur en essence n'est pas affectée par cette carence. La plante semble supporter des teneurs très faibles en potasse avant d'extérioriser une carence et une baisse de production (0,5 % de K dans la Matière Sèche).

#### Δ Réponse au phosphore

Les teneurs en Phosphore semblent liées aux teneurs en essence : maximum en Mai-Août et minimum en Septembre-Février.

Il a été souvent montré qu'une fertilisation N P ou N P K donnait des meilleurs résultats sur les teneurs en essence que des fertilisations N ou N K ou P K uniquement.

On n'a pas de résultats de réponse à P à la Réunion mais au Kenya, des réponses nettes ont été enregistrées. Dans ce cas, de nouveaux apports ont été nécessaires. Ainsi, il a été conseillé d'apporter le phosphore toutes les 5 coupes.

#### Δ Autres éléments

On ne connaît pas de réponses aux autres éléments à la Réunion.

Les Russes ont montré l'action bénéfique du molybdène, peut être par une influence positive sur l'accumulation d'essence au niveau des feuilles. Il en est de même avec le bore (+ 14 %). A la Réunion, dans un sol où la luzerne marquait une carence en bore, la réponse du géranium à un apport n'a pas été significative.

## **II. PRATIQUES DES AGRICULTEURS**

---

Les engrais minéraux constituent bien souvent le principal intrant de la culture du géranium (GARIN, 1983).

Dans l'Ouest, les apports sous forme d'engrais ternaires sont réalisés en fin de saison cyclonique, en mars-avril, afin d'éviter leur lessivage tout en bénéficiant des dernières pluies permettant leur dissolution.

Dans le Sud, l'engrais est apporté de mars à juillet en raison d'une meilleure pluviométrie.

Un manque de trésorerie peut cependant retarder la période de fumure.



L'engrais est généralement localisé dans un trou pratiqué à la pique au pied des plantes. L'année de la défriche, les quantités d'engrais sont généralement nulles. Les années suivantes, elles varient avec l'âge de la parcelle et la densité de la plantation.

La localisation de l'engrais, "au pied", sans enfouissement est de plus en plus fréquente dans le Sud, en raison du coût de la main d'oeuvre.

La dose par pied est relativement constante, correspondant à une faible poignée. La dose par hectare variera donc en fonction de la densité de la plantation, allant de 400 kg/ha à plus d'une tonne/ha.

L'enclavement des parcelles est souvent cause de faible fertilisation (organique ou minérale).

## **CONSEILS TECHNIQUES**

### **A. NATURE DES ENGRAIS A APPORTER**

Il semble préférable d'apporter des fumures équilibrées N P K. On peut se baser sur la famille des N P K de formule 15-7-24, 15-12-24 , 18-7-30 ou 10-20-20 (selon l'analyse de sol).

Pour des géranium très intensifs, on pourrait prévoir des apports d'azote (ammonitrate) supplémentaires en saison sèche. Il faudrait tester la réponse du géranium à ce genre de fertilisation.

### **B. QUANTITES D'ENGRAIS**

Elles dépendent de l'intensification et donc des autres facteurs (pluies, températures) et techniques. On peut dire grossièrement que :

#### **Engrais NPK**

\* Pour plus de 50 kg d'essence, il faut 800 à 1000 kg de N P K /ha/an. Le fractionnement est alors sans doute efficace :

- Mars à Mai,
- Septembre à Novembre.

\* Pour 30 kg d'essence, il faut environ 400 à 500 kg/ha/an,

\* Pour moins de 20 kg, 300 kg devront être suffisants.

#### **Chaulage d'entretien**

Un géranium très intensif exporte 250 kg de CaO par an, avec les pertes par lixiviation, on peut estimer à 500 kg/ha/an les pertes en CaO (voir chapitre

"Amendements minéraux"). Il faut donc prévoir des chaulages d'entretien d'au moins 2 t/ha de chaux après le géranium, à la reprise du sol.

En culture moins intensive (15-30 kg d'essence), les pertes seront plus faibles, mais cette technique ne devra pas être négligée si l'on veut conserver une bonne fertilité globale au sol.

Si le compost du géranium revient régulièrement sur le champ, les pertes sont beaucoup moins importantes, du fait des restitutions pratiquement complètes du CaO. Il suffit de remplacer le calcium perdu par lixiviation, très variable suivant les conditions climatiques. Un suivi du pH du sol est nécessaire pour calculer les doses exactes.

### **C. METHODE D'APPORT**

L'engrais concentré brûle les boutures (surtout l'engrais de mélange, pas enrobé et à action rapide), attention donc au moment de la plantation : mettre l'engrais au fond du trou et recouvrir partiellement de terre ou de fumier avant la mise en place de la bouture.

L'enfouissement est meilleur qu'un apport de surface.

Bien souvent, il n'est apporté qu'après la reprise des boutures, ce qui limite fortement l'action du phosphate et provoque des pertes d'azote par volatilisaison.

### **D. DATES D'APPORT**

FRITZ a montré qu'un apport à la fin de l'été, Mai (minimum d'azote minéral dans les sols) était particulièrement efficace, autant que des apports fractionnés. Cependant, ces techniques dépendent des niveaux de fertilisation (cf supra).

Des fractionnements suivant le rythme des coupes permettraient un meilleur départ végétatif et une production accrue de chaque repousse.

## **RESULTATS EXPERIMENTAUX**

Il semble bien que l'azote soit essentiel à cette culture, mais :

- les teneurs en éléments autres sont influencées par les apports d'N,
- le phosphore semble être important,
- le calcium est exporté en fortes quantités et le niveau doit être entretenu régulièrement.

Les autres éléments semblent secondaires pour la production, on se bornera donc à entretenir régulièrement les stocks dans les sols en fonction des exportations.

## **INCIDENCE DE L'INNOVATION**

---

### **A. INTERET TECHNIQUE**

- Adapter le niveau de fumure au degré d'intensification du système.
- Augmenter ou maintenir les rendements.
- Conserver la fertilité du sol.

### **B. INTERET ECONOMIQUE**

- La fumure double ou triple les rendements.
- Le géranium reste productif plus longtemps.

### **C. INCIDENCE SUR L'ITINERAIRE TECHNIQUE**

On peut intensifier progressivement l'itinéraire :

- meilleur contrôle des mauvaises herbes,
- contrôle plus intensif de la rouille, augmentation progressive des rendements que doit provoquer l'augmentation de la fumure.

## **DIFFUSION DE L'INNOVATION**

---

### **Contraintes à l'adoption**

Il s'agit surtout de contraintes financières pour l'achat. Le transport au champ peut également poser des problèmes.

## **PERSPECTIVES EN RECHERCHE-DEVELOPPEMENT**

Peu d'essais sur la fertilisation ont été réalisés sur le terrain. On pourrait prévoir des essais sur :

- l'effet des doses croissantes de N P K,
- l'effet de doses fractionnées de N P K et de N en fonction des saisons,
- l'effet de différentes dates d'apport,
- rechercher les méthodes les plus efficaces de localisation aux racines,
- l'effet d'amendement sur culture pure et sur cultures intercalaires.
- la fertirrigation liée à une irrigation goutte à goutte.

## REFERENCES

---

IRAT, 1972. Doses croissantes de calcium sur géranium en vases. Fiche d'essai IRAT n° 62/72

IRAT, 1973. Essai de fertilisation N du géranium - Teneurs en éléments minéraux, Fiche d'essai IRAT n° 1/73

IRAT, 1973. Doses croissantes de K sur géranium en vase - Teneurs en éléments minéraux. Fiche d'essai IRAT n° 33/73

IRAT, 1974. Essais d'amendement calcaire sur géranium. 72/74. Fiche d'essai IRAT n° 48/74

IRAT, 1975. Géranium Colimaçons - Essai d'amendement calcaire sur géranium 74/75. Fiche d'essai IRAT n° 47/75

IRAT, 1981. Analyses de fumiers de géranium. Fiche d'essai IRAT n° 44/81

IRAT, 1984. Analyse de composts de géranium. Fiche d'essai IRAT n° 15/84

IRAT, 1987. Analyses de matériaux divers pour la fertilisation. Fiche d'essai IRAT n° 10/87

DDA, 1982. Culture du géranium : Tests de fumure et d'écartement à la station du Tampon. Info. Agricoles de la DDA, n° 5, Janvier 1982, 9-22.

FRITZ J., 1971. Etudes sur la fertilisation du géranium : apports d'azote en vases, apports de potassium en vases, observations sur la teneur en P du géranium cultivé en vases, essai de fertilisation N du géranium à Colimaçons. IRAT

FRITZ J., 1973. Effet de la fertilisation azotée sur la production du géranium rosat. Agro. Trop. XXXI, 4, 369-374.

FRITZ J., 1973. Dynamique de l'azote minéral dans le sol en 2 situations à la Réunion. Doc. IRAT n° 81, 76 p.

HAMIDI A. el, IBRAHIM, el GANGIHI, 1968 : The effect of different fertilizers levels on growth and essential oil production of geranium grown in U.A.R. Nat. Res. Center of Fac. of Agric. Cairo Univ. Die Pharmacie n° 6, 1968, 334-335.

WEISS E.A., 1967 : Effects of nitrogen, phosphate and time of cutting on green material and oil yields from geranium in west Kenya. Exp. Agric (1967), 3, 99-103, GB.

LADARIA, 1968 : Utilisation des oligoéléments pour le géranium rosat. Traduction revue russe - Moscou.

PRAKASA RAO - SINGH - GANESHA RAO, 1986 : Effect of nitrogen fertilizer on geranium, cowpea and Blackgram grown in sole cropping and intercropping systems. Intern. J. Trop. Agri., vol. IV, n° 4, 341-345.

BRENDA - J. BIERMAN - R.J. LINDERMAN, 1983 : Effect of container plant growth medium and fertilizer phosphorus on establishment and host growth response of VAM. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 108 (6), 962-971.

SWEATL M.R., F. DAVIES, 1984 : Mycorrhizae, water relations, growth and nutrient uptake of geranium grown under moderately regime phosphorus regimes. J. Ame. Soc. Hort. Sci. 109 (2), 210-213.

NARAYANA M.R., T.R. MANJANATHA - T.S. RAJAMANI, 1967 : Response to geranium to nitrogen. P. et E.O.R. April 67, 216- 218.

GARIN P., 1983. Etude des itinéraires techniques rencontrés dans les systèmes d'exploitations à base géranium dans les Hauts de l'Ouest de l'île de la Réunion. Possibilités d'appropriation des innovations techniques par les agriculteurs. CNEARC-ENSSAA-IRAT, Mémoire de fin d'étude, 119 p. + annexes.

GARIN P., 1987. Systèmes de culture et itinéraires techniques dans les exploitations à base géranium dans les Hauts de l'Ouest de la Réunion. L'Agro. Trop. 42-4, 289-300.